

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:
Hiroshi Usuki

Application No.: NEW APPLICATION

Confirmation No.: N/A

Filed: February 24, 2004

Art Unit: N/A

For: CONTROLLED ATMOSPHERE CUTTING
METHOD USING OXYGEN ENRICHMENT
AND CUTTING TOOL

Examiner: Not Yet Assigned

CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS

MS Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:


Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. 119 based on the following prior foreign application filed in the following foreign country on the date indicated:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Date</u>
Japan	2003-048315	February 25, 2003

In support of this claim, a certified copy of the said original foreign application is filed herewith. Applicant believes no fee is due with this response. However, if a fee is due, please charge our Deposit Account No. 18-0013, under Order No. KOH-0204 from which the undersigned is authorized to draw.

Dated: February 24, 2004

Respectfully submitted,

By 
David T. Nikaido
Registration No.: 22,663
RADER, FISHMAN & GRAUER PLLC
1233 20th Street, N.W.
Suite 501
Washington, DC 20036
(202) 955-3750
Attorney for Applicant

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2003年 2月25日

出 願 番 号

Application Number:

特願2003-048315

[ST.10/C]:

[JP 2003-048315]

出 願 人

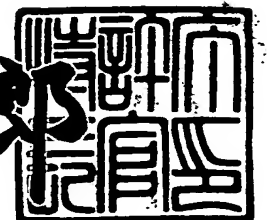
Applicant(s):

島根大学長

2003年 4月15日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3027079

【書類名】 特許願

【整理番号】 P10635

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【発明者】

【住所又は居所】 島根県松江市西川津町 1 0 6 0 島根大学総合理工学部
内

【氏名】 臼杵 年

【特許出願人】

【識別番号】 391016967

【氏名又は名称】 島根大学長

【代理人】

【識別番号】 100081673

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 誠

【電話番号】 03-3865-7116

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 酸素富化による雰囲気制御切削方法及び切削工具

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 加工物の切削加工に際し、加工部雰囲気にガスを供給して切削加工を行う切削加工法において、雰囲気ガスとして高濃度の酸素を含むガスを供給して加工部を酸化雰囲気にすることにより、切削工具（４）の表面に酸化物系保護膜を形成させる酸素富化による雰囲気制御切削方法。

【請求項 2】 雰囲気ガスの酸素濃度が 32.5%前後である請求項 1 の酸素富化による雰囲気制御切削方法。

【請求項 3】 雰囲気ガスが大気中の酸素を濃縮した酸素富化空気である請求項 1 又は 2 の酸素富化による雰囲気制御切削方法。

【請求項 4】 雰囲気ガスの加工部への供給を、切削装置の外部よりノズルを用いて吹き付ける外部供給式、切削工具（４）の外周に沿って供給する外周供給式、切削工具の内部に穿設した孔を介して吐出供給する内部供給式の一種により又は二種以上を組み合わせる請求項 1, 2 又は 3 の酸素富化による雰囲気制御切削方法。

【請求項 5】 工具（４）本体内に雰囲気ガスの供給側に連通するガス供給孔（４b）を穿設し、該ガス供給孔（４b）の噴出口（４c）を工具（４）本体の先端側に開口させた工具において、上記噴出口（４c）を雰囲気ガスが工具（４）の切削刃の刃先（４a）に向かって噴出する方向に開口せしめてなる切削工具。

【請求項 6】 工具（４）がエンドミルであり、ガス供給孔（４b）がエンドミル内にその軸心方向に穿設されるとともに、ガス供給孔（４b）を工具先端側で分岐させることにより噴出口（４c）を各切削刃の刃先（４a）に向かって開口させてなる請求項 5 の切削工具。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は工作機械による切削加工において、酸素富化による雰囲気制御切削

方法及びその方法に用いる工具に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】

最近機械切削の加工の分野では、高能率加工と自然環境の保全、作業環境の改善といった環境問題などに対応した加工技術が求められており、現在、小径ボールエンドミル等の加工分野では実用的な高速ドライ形状加工も可能になっている。またドライ加工だけでなく、MQL（極微量切削剤供給システム=Minimal Quantity Lubricant）や冷風加工なども盛んに研究された結果効果を上げており、ドライ加工を含め今後の加工様式の主流となりつつある。さらに加工コストの低減も大きな課題の一つである。

【 0 0 0 3 】

そしてドライ加工の一種である従来の雰囲気コントロール加工については、冷風加工を含めた低酸素雰囲気を対象としたもの（特許文献1参照）や室温での窒素ブロー（特許文献2参照）などが公知であるが、いずれも酸化防止を対象とした低酸素雰囲気のものである。

【 0 0 0 4 】

これらのうち、前者は鋼を研削にて不活性ガス雰囲気中で加工し、酸素濃度を12%近傍に制御することにより工具摩耗を最小化し、研削表面温度も最小化する点に特徴がある。特にこの例では、加工熱の発生量と酸化生成物の固体潤滑作用を調和させ、気体による冷却効果と潤滑効果を実現することを特徴としている。しかし、雰囲気を確保するためにカバー容器を必要とし、供給する不活性ガスはガスポンプを使用しており、実加工ではコストや作業性の面で問題がある。

【 0 0 0 5 】

一方、特許文献2においては、中空糸膜を利用して大気中より窒素ガスを分離する装置を用い、そこで得られた窒素ガスを工具刃先にブローして低酸素雰囲気で鋼系材料を加工する方法である。この方法は実用面、コスト面で優れている。

【 0 0 0 6 】

しかしいずれの方法も低酸素雰囲気を対象としている。これに対し、通常、工具の酸化摩耗を防止するという点から、鋼系の材料に対しては低酸素雰囲気が望

ましいが、材料の中にはチタン合金のように低酸素では溶着が激しくなり工具寿命を低下させるものもある。また工具にベラーグ (belag) 生成を目的とした非金属介在物を適量含ませた材料においても、酸化物系保護膜であるベラーグを安定して工具に付着させるためには、低酸素又は非酸化雰囲気は適さない。

【 0 0 0 7 】

その他、切削加工部の雰囲気を制御する際に用いるガス供給用ノズルとしては、特許文献 2 に示すように工具本体 (エンドミル) の軸心にガス供給孔を貫通させて設けたものが知られている。

【 0 0 0 8 】

上記構造のものは、加工物表面に溝や孔を形成する場合は工具の刃先にもガスが供給されるので一定の有効性がある。しかし平面切削や特に片側に切削材がない段状の加工を施す場合は、雰囲気ガスの大半が刃先の切削部以外の外周や切削材がない側に分散し、刃先へのガスの供給が不十分である。

【 0 0 0 9 】

この発明は、上記問題点を解消又は改善するために、雰囲気制御による切削方法と切削工具を提供することを目的としている。具体的には、切削時の工具刃先周辺及び加工物を高酸素 (酸素富化) 雰囲気にして、酸化物を生成させ、工具への被削材の溶着剥離による工具損傷を低減させる。

【 0 0 1 0 】

そしてこの発明では、非金属介在物を微量添加された材料を切削する場合の酸化物系保護膜 (ベラーグ) 生成を安定化させるために、高酸素雰囲気ガスを利用して酸化物生成を促す。

【 0 0 1 1 】

さらにこの発明では、酸化物の潤滑性を利用したコーティング工具の酸化物生成を促し、潤滑作用による溶着軽減を図り工具寿命の延長を図る。

【 0 0 1 2 】

これらの効果を得るために、この発明では酸素富化ガスを大気中から取り出し、あるいは酸素ガスポンペを利用し、工具内部供給方式 (センタースルー方式又はサイドスルー方式) あるいはノズルによる外部供給式等を単独で又は組み合わせ

せて行い、切削工具刃先周辺及び加工物周辺に供給して高酸素雰囲気による酸化物生成を実現しようとするものである。

【0013】

【特許文献1】

特許第2904,205号明細書

【特許文献2】

米国特許第6135862号明細書

【0014】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するための本発明の方法は、第1に加工物の切削加工に際し、加工部雰囲気にガスを供給して切削加工を行う切削加工法において、雰囲気ガスとして高濃度の酸素を含むガスを供給して加工部を酸化雰囲気にすることにより、切削工具4の表面に酸化物系保護膜を形成させることを特徴としている。

【0015】

第2に、雰囲気ガスの酸素濃度が32.5%前後であることを特徴としている。

【0016】

第3に、雰囲気ガスが大気中の酸素を濃縮した酸素富化空気であることを特徴としている。

【0017】

第4に、雰囲気ガスの加工部への供給を、切削装置の外部よりノズルを用いて吹き付ける外部供給式、切削工具4の外周に沿って供給する外周供給式、切削工具の内部に穿設した孔を介して吐出供給する内部供給式の一種により又は二種以上を組み合わせて行うことを特徴としている。

【0018】

さらに上記雰囲気制御切削に使用できる本発明の切削工具は、第1に工具4本体内に雰囲気ガスの供給側に連通するガス供給孔4bを穿設し、該ガス供給孔4bの噴出口4cを工具4本体の先端側に開口させた工具において、上記噴出口4cを雰囲気ガスが工具4の切削刃の刃先4aに向かって噴出する方向に開口せし

めてなることを特徴としている。

【0019】

第2に、工具4がエンドミルであり、ガス供給孔4bがエンドミル内にその軸心方向に穿設されるとともに、ガス供給孔4bを工具先端側で分岐させることにより噴出口4cを各切削刃の刃先4aに向かって開口させてなることを特徴としている。

【0020】

【発明の実施の形態】

以下本発明の実施形態につき詳細に説明する。

以下に説明するこの発明の実施形態においては、大気中より取り出したあるいはガスボンベを使用した高酸素（酸素富化）ガスを工具刃先付近に吹き付け、高酸素雰囲気において材料の加工表面（新生面）に酸化物を生成させ、あるいはさらにペラーク生成材料に対して工具刃先を酸化雰囲気にし、保護膜の付着条件である工具中のTiCを工具表面で酸化させてTiO₂を生成させる。

【0021】

また本発明では、加工材に含まれるFeがFeOとなる酸化物生成を促進し、鋼、鋳鉄、金型鋼等の構成成分であるSi, Mn, Al, Mg等が造る酸化物を主成分とする酸化物系保護膜を工具摩耗面により安定に付着させる。このことにより工具と加工物やその切りくずとの直接接触を防ぎ、摩耗を抑制するという効果をより確実にする。そして上記酸化物生成による潤滑性付与型のコーティング工具の性能を引き出すために、高酸素雰囲気あるいは高酸素ガスブローを行うものである。

【0022】

なお、上記潤滑性付与型のコーティング工具は、酸化物生成によって潤滑性を付与するもので、例えばTiBONの場合のように、酸化物の潤滑性が高くなる元素（この場合はB＝ボロン）を材料に含ませ、切削によってこれを酸化させることにより摩耗係数等を低減し、溶着等を防止するものである。

【0023】

そのために酸素富化ガス雰囲気を利用し、上記酸化物のコーティング膜の生成

を促進して、工具摩耗の低減、工具寿命の延長を図る。

【 0 0 2 4 】

【実施例】

次に本発明の実施例につき説明すると、本発明方法の実施のための加工装置は、図 1 に示すようにガス供給装置 1（あるいはガスポンプ）、工作機械 2、ツーリング 3、工具 4 からなる。ガス供給装置 1 は、酸素富化ユニット 6、タンク 7、制御ユニット 8、電磁弁、酸素濃度計（いずれも図示しない）等から構成され、所定酸素濃度のガスを工作機械 2 に供給する。工作機械 2 は、フライス盤、マシニングセンター、旋盤、ボール盤、ホブ盤、研削盤等いずれにも適用できる。この実施例では工具周り及びガス供給法についてエンドミル加工を例に説明する。またガス供給装置 1 としては、日本国特許公報、特公平 5 - 2 3 8 0 9 号等に表示される酸素富化装置を、酸素富化膜は例えば日本国特許公報、特公平 7 - 7 7 6 0 2 号等に表示されるものを使用した。これらの酸素富化装置は、酸素富化膜に大気を通すことによって酸素を濃縮するので、例えば 3 2 . 5 % 程度の高濃度の酸素を含むガスが得られる。

【 0 0 2 5 】

フライス盤あるいはマシニングセンター等の工作機械 2 に取り付けるツーリング 3 はセンタースルー型あるいはサイドスルー型の特殊ホルダーで、工具に開けられた内部供給穴よりガスを供給する。または通常のホルダーを用いて図 3 に示すように外部ノズル 9 を使用して工具（エンドミル）4 の刃先 4 a 周辺に吹き付けることもできる。内部供給方式の場合、供給穴からだけでなく、工具周囲をエアーカーテン状に覆う供給方法も可能であり、またそれらの複合的な採用も可能である。

【 0 0 2 6 】

図 2 は、この実施例に使用した工具（エンドミル）4 の全体側面図で、この例では 2 条のらせん刃式のものが使用され、工具本体中心には基端部側よりガス供給孔 4 b が工具本体の先端内部まで穿設されている。そしてその先端内部ではその開口部（ガス噴出口）4 c が、各刃先 4 a に向かって工具 4 の各溝 4 d 内に開口するように分岐孔 4 e に傾斜角 θ の角度で外周側に広がるように分岐され、基

端部側から供給されるガスが、切削中の工具 4 の刃先 4 a（即ち切削加工部）に向かって集中的に噴出される構造になっている。

【 0 0 2 7 】

図 3 は、サイドスルー型の特殊ホルダー 1 1 と工具取付時のガス噴出状態の模式図を示し、ホルダー 1 1 の周壁にはガス供給配管 5 への接続用のプラグ 1 2 が取り付けられ、装着された工具 4 のガス供給孔 4 b の基端部に内部において通じるガス供給孔 1 3 が形成されている。

【 0 0 2 8 】

また上記ホルダー 1 1 内のガス供給孔 1 3 の下端部は、ホルダー 1 1 側のコレットナット 1 4 内の工具の外側周位置にリング状に開口した開口部 1 6 が設けられており、通常は供給される酸素富化ガスは工具 4 の先端の噴出口 4 c と、上記リング状の開口部 1 6 より工具 4 の外周に沿って工具先端側に噴出供給される。工具 4 にガス供給孔 4 b のないものを用いれば、ガスは工具外周側にのみ供給される。

【 0 0 2 9 】

しかし、上記リング状の開口部 1 6 には、その開口部 1 6 を閉鎖するように O リング（図示しない）が挿脱可能に装着できる構造になっており、ここに O リングを装着すると、リング状開口部 1 6 からのガス供給は停止され、噴出口 4 c のみからのガス供給が行われる。切削雰囲気中の酸素濃度測定結果で見る限り、上記両方のガス供給方法を複合的に用いることが望ましい。

【 0 0 3 0 】

図 4 は、複数のガス供給ノズル 9 を加工物 1 7 上の工具 4 を先端（加工部）に向かって噴出する状態の模式図で、この例では加工物 1 7 の断面コーナーに段部 1 7 a を形成するものである。この状態においてガスが工具刃先 4 a に向かって開口する噴出口 4 c より噴出されることにより、確実に加工部に供給される。

【 0 0 3 1 】

図 5 は、供給ガスの酸素濃度を変化させてチタン合金を同一条件（切削速度 $V = 50 \text{ m/min}$ ，半径方向の切り込み $d_r = 0.5 \text{ mm}$ ，軸方向の切り込み $d_a = 3 \text{ mm}$ ，送り速度 $f = 0.015 \text{ mm/tooth}$ ）で切削した場合の、エンドミル側面切

刃の逃げ面摩耗の進行状況を示すグラフである。この図から明らかなように低酸素の窒素ガスブローでは初期摩耗が大きく、他と比較しても最も摩耗が大きいことが示されている。これに対して、大気中のものから高酸素濃度（32.5% O_2 ）へと切削雰囲気中の酸素濃度が高くなるにつれて摩耗は小さくなっていることがわかる。

【0032】

図6（A），（B），（C）は、それぞれ雰囲気ガスとして窒素と大気、高酸素濃度のガスを供給して、切削長さ $L=30\text{ m}$ 切削した時点のエンドミルコーナ一部（刃先）周辺の摩耗状態を示す拡大写真であり、各図中の（a），（b），（c）はそれぞれ工具刃先の先端面，溝側内面，外周面を示している。

【0033】

図6（A）によれば、窒素ブローではコーナ部近くの逃げ面摩耗が、他に比べて大きくなっている。これは低酸素状態では切削加工面（新生面）が酸化されず、活性の高いチタンが工具表面に凝着し、溶着剥離現象によって大きくなったものと考えられる。これに対して図6（B）に示す大気中では摩耗はあまり観察されないが、切刃には切りくずの溶着が観察される。

【0034】

これに対し、同図（C）に示されるように、さらに酸素濃度が高くなると切刃への切りくずの溶着も見られなくなり、摩耗もほとんど観察されない。これは、酸化によって新生面に酸化物が生成された結果として活性の高いチタンが直接工具表面に接触しなくなったことによる溶着剥離現象の低下が原因と考えられる。

【0035】

上記の結果が酸化の程度の相違（酸化物生成の程度の相違）だとすれば、より酸化しやすい工具刃先温度の高い条件、つまり切削速度の高い条件下では、より顕著に差が生じるものと推定することができる。

【0036】

図7（A），（B）は、切削速度 200 m/min でチタン合金を他の条件は上記の例と同一にして切削雰囲気中の工具摩耗に及ぼす影響をテストした結果を工具コーナ一部と側面切刃部の摩耗について示すグラフである。コーナ部（刃先部）

の摩耗には雰囲気の違いによる違いは見られないが、側面切刃の摩耗は低酸素のものほど切削速度の短い段階で切削不能に至っている。このときの摩耗は境界部付近の摩耗が大きくなり、工具切刃の切れ味の劣化によって材料にバリが発生し、工具寿命が尽きる。以上のことから、高酸素（酸素富化）雰囲気下での酸化物生成による溶着低減を利用した加工が、チタン合金のような材料に対して有効であることがわかる。

【 0 0 3 7 】

なお上記実施例は工具としてエンドミルを使用した場合について説明したが、本発明の方法及び切削工具は加工物や工具の材質が適合する限り、フライスやドリル、超硬合金バイトその他の切削工具を用いる場合にも応用できるものである。また切削中に酸化物系保護膜が形成される材質である限り、供給ガスの酸素濃度は高い程効率が良いと考えられるが、実施例に示す 3 2. 5 % である必要はなく、少なくとも大気中の酸素濃度よりも酸素富化が行われて、高濃度酸素の雰囲気が形成されることが必要である。

【 0 0 3 8 】

【発明の効果】

以上のように構成される本発明によれば、切削加工雰囲気ガスとして高濃度酸素を供給して切削加工部を高濃度酸素による酸化雰囲気にすることにより、加工材や工具に酸化物系保護膜を形成する元素を含む場合に、工具表面に酸化物系保護膜を安定的に付着させて工具摩耗を低減する。

【 0 0 3 9 】

また酸化物生成による潤滑性付与型のコーティング工具の性能を十分に引き出すことができ、これらの効果を伴う加工を比較的簡単な装置で、容易に且つ低コストで実現できる。

【 0 0 4 0 】

さらに本発明の工具によれば、切削材の切削加工部の形状如何にかかわらず、常に刃先部（加工部）に対してガス供給が確実に行われ、上記効果を含めて雰囲気ガスの作用を十分に発揮させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明実施のための加工装置の概要図である。

【図 2】

本発明の切削工具の 1 例を示す側面図である。

【図 3】

本発明の実施に使用される工具ホルダーの 1 例を示す正面図である。

【図 4】

本発明のガス供給方法の他の実施例を示す斜視図である。

【図 5】

チタン合金を切削した場合の側面刃の摩耗進行状態を示すグラフである。

【図 6】

(A), (B), (C) はチタン合金を窒素ガス, 大気, 高濃度酸素の各雰囲気下で切削した場合の工具摩耗状態を示す拡大写真である。

【図 7】

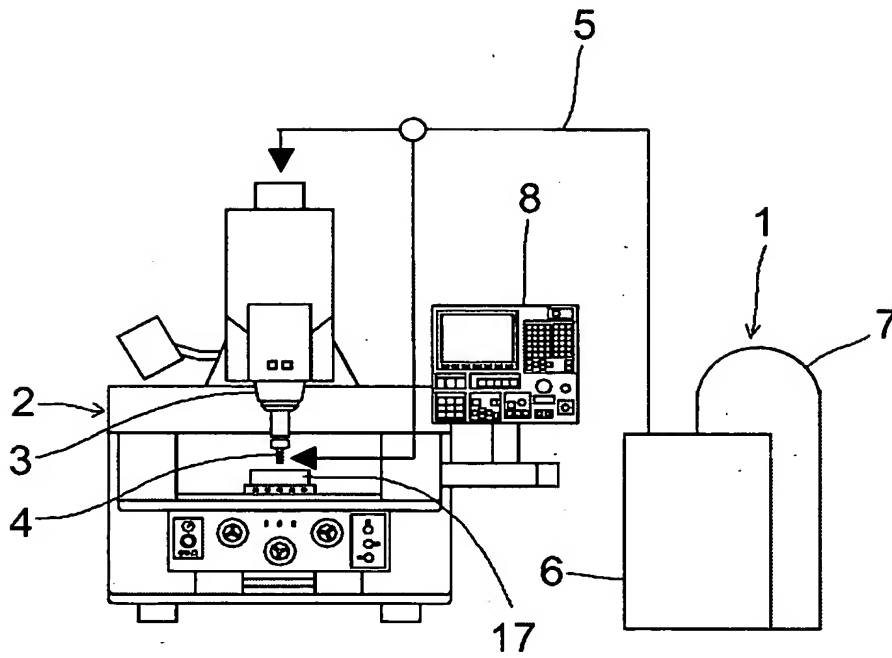
(A), (B) はチタン合金を窒素ガス, 大気, 高濃度酸素の各雰囲気下で切削した場合の工具コーナー部と側面切刃部の摩耗状態を示すグラフである。

【符号の説明】

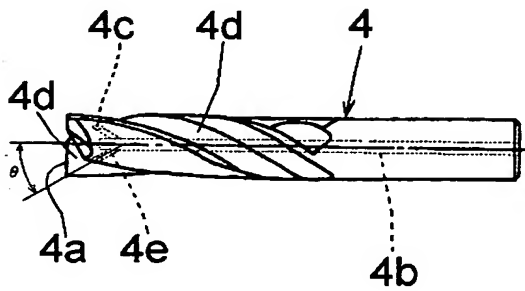
- 4 工具
- 4 a 刃先
- 4 b ガス供給孔
- 4 c 噴出口

【書類名】 図面

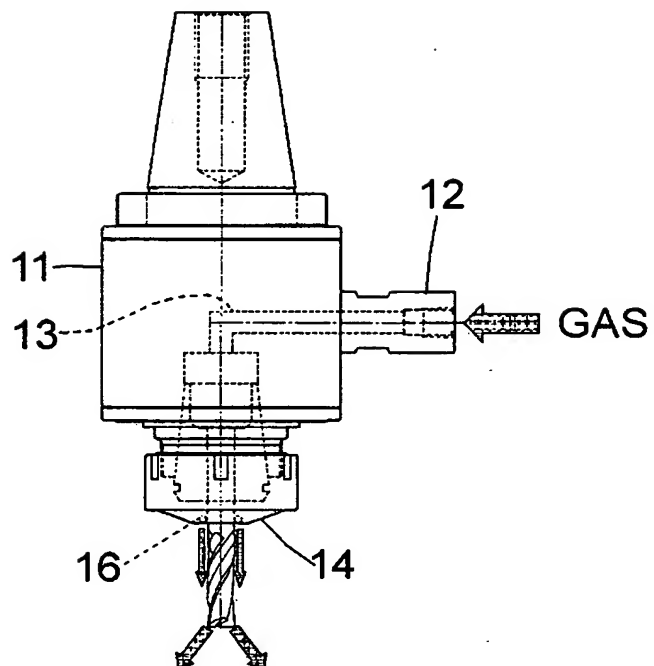
【図 1】



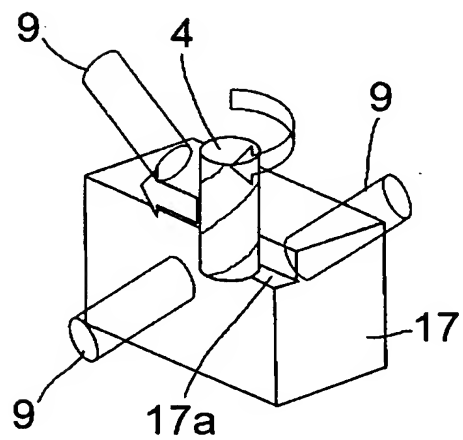
【図 2】



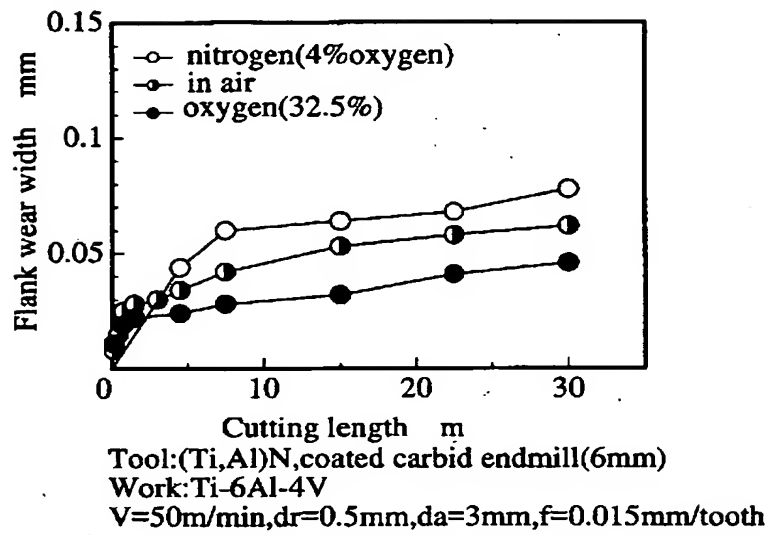
【図3】



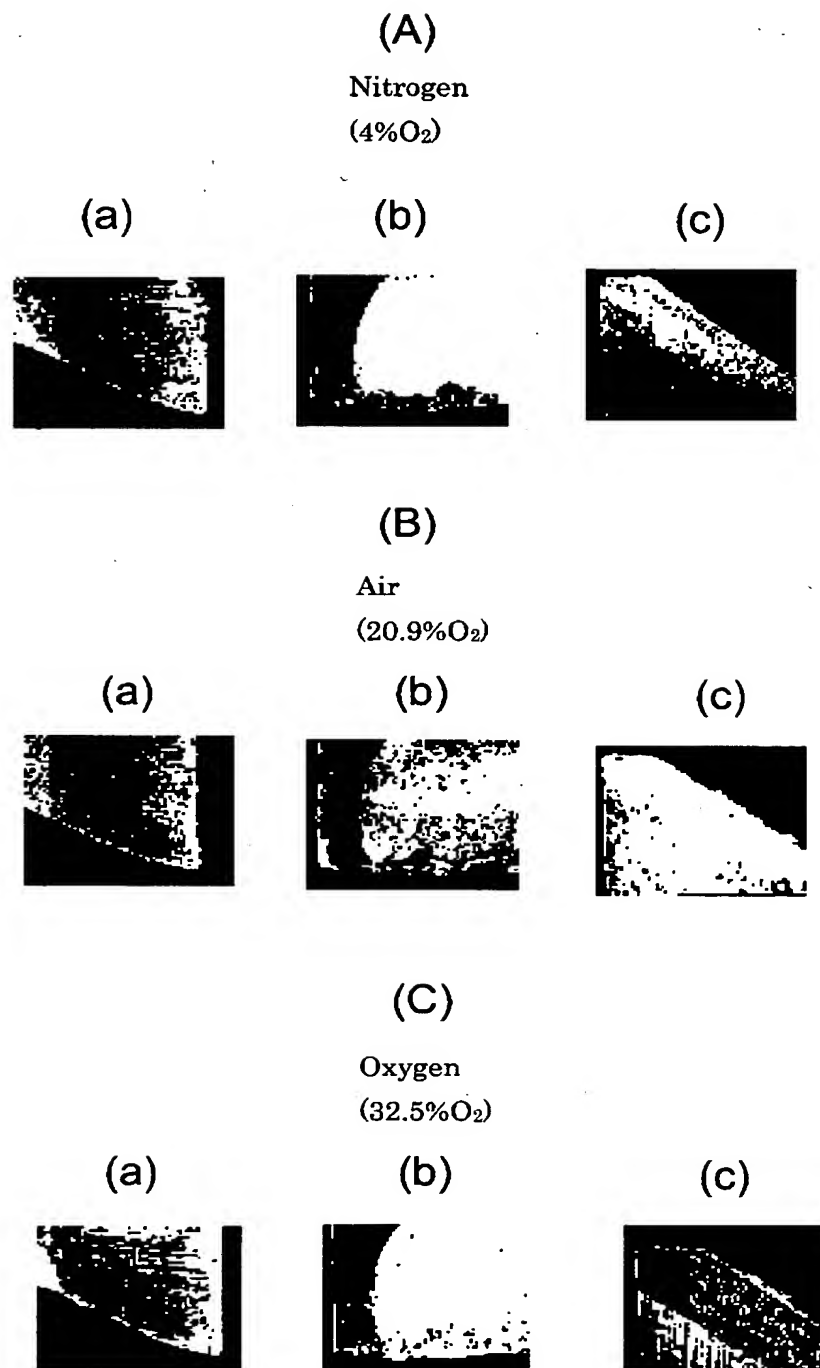
【図4】



【図 5】



【図 6】

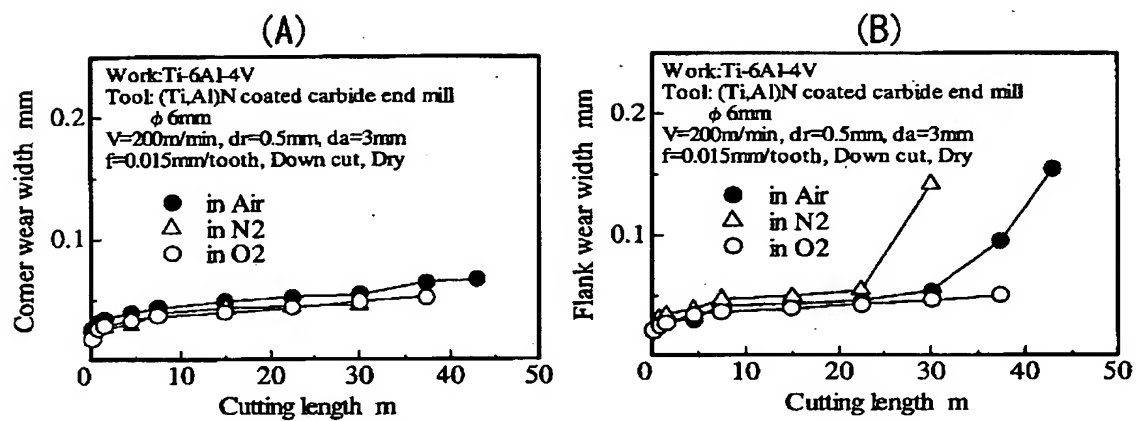


Tool: (Ti,Al)N coated carbide end mill (φ 6mm)

Work: Ti-6Al-4V

V=50m/min, dr=0.5mm, da=3mm, f=0.015mm/tooth, L=30m

【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 酸化系保護膜を形成する材料を含む場合の切削加工に際し、切削工具の摩耗を防止する雰囲気制御切削方法及び切削工具を提供する。

【解決手段】 この発明は加工物の切削加工に際し、加工部雰囲気にガスを供給して切削加工を行う切削加工法において、雰囲気ガスとして高濃度の酸素を含むガスを供給して加工部を酸化雰囲気にすることにより、切削工具 4 の表面に酸化物系保護膜を形成させるものである。上記雰囲気ガスの酸素濃度は 3 2. 5 % 前後であり、雰囲気ガスは大気中の酸素を濃縮した酸素富化空気である。

上記方法を実施する際に用いるエンドミル等の工具 4 の本体内には雰囲気ガスの供給側に連通するガス供給孔 4 b を穿設し、該ガス供給孔 4 b の噴出口 4 c を工具 4 本体の先端側に開口させ、上記噴出口 4 c を雰囲気ガスが工具 4 の切削刃の刃先 4 a に向かって噴出する方向に開口せしめてなる。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2003-048315
受付番号	50300304292
書類名	特許願
担当官	第四担当上席 0093
作成日	平成15年 2月26日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成15年 2月25日

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [391016967]

1. 変更年月日	1991年 1月31日
[変更理由]	新規登録
住 所	島根県松江市西川津町1060
氏 名	島根大学長